

Desarrollo y manufactura de un inserto de corte

Leonel Luz¹ y José A. Manzo²,
Maestría en Manufactura Avanzada¹, Gerencia de Energía²
Centro de Tecnología Avanzada¹, Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial²
Santiago de Querétaro, Qro.; México
[leonel.luz, jmanzo]@athesa.com.mx, @cidesi.edu.mx

Abstract— Sometimes in manufacturing processes, the metal parts were machining with special machine, they required cutting tools, it must had the technical specifications in each operation; these cutting tools were cataloging special, it were presenting specific technical characteristics for the machining of a metal part, the development and manufacture of a special cutting insert was showing to applying the method of powder metallurgy with a metal mixture composed, it mainly of tungsten carbide and cobalt for a machining application in horizontal milling in manufacturing operation.

Keyword— *cemented carbides, cutting tools, manufacture of sintered carbides.*

Resumen— En algunos procesos de manufactura, se mecanizaron partes metálicas con máquinas-herramientas especiales, por lo tanto requirieron herramientas de corte que cumplan con las especificaciones técnicas en cada operación; estas herramientas de corte se catalogan especiales al presentar características técnicas específicas para el mecanizado de una parte metálica, se presentó el desarrollo y manufactura de un inserto especial de corte aplicando el método de metalurgia de polvos con una mezcla metálica compuesta principalmente por carburo de tungsteno y cobalto, para una aplicación de mecanizado en fresado horizontal para una operación de manufactura.

Palabras claves— *metal duro, herramientas de corte, manufactura de carburos sinterizados.*

I. INTRODUCCIÓN

En la industria manufacturera, el principal proceso de transformación en la materia prima es el mecanizado por arranque de viruta, del cual demanda grandes consumos de herramienta de corte, generando un área de oportunidad para mejorar la aplicación de este tipo de herramientas, añadiendo o mejorando el recubrimiento de la herramienta, modificando o seleccionando el sustrato de la herramienta adecuado para el mecanizado de acuerdo al material a mecanizar. La selección del material para el desarrollo de herramientas de corte es crítica, en tiempos modernos para aplicaciones de corte se recomienda en la mayoría de los casos el empleo de carburos sinterizados o metal duro como se le conoce internacionalmente lo menciona Brookes (1983).

El empleo de herramientas de corte de acero rápido es de típico empleo en la industria manufacturera, muchas de estas herramientas cuentan con ningún tipo de recubrimiento o medio de corte genera un desgaste significativo en el perfil de la geometría de corte, generando paros en máquinas recurrentes por ajuste de herramienta, además afectar directamente en la calidad del mecanizado obteniendo malos acabados superficiales, además de incrementar los paros de máquina para que el operador realice servicio de afilado a la herramienta de corte.

Por ello se desarrollo una herramienta de corte especial para una operación de mecanizado por arranque de viruta en la cual se emplea una máquina-herramienta especial, se considera herramienta de corte especial debido a las características dimensionales y geométricas empleado para el desarrollo del inserto del mismo modo la máquina-herramienta especial cuenta con estas características. En la operación de mecanizado se emplea el inserto montado a un eje rotatorio horizontal, mecaniza un modelo en específico de producto en una sola pasada empleando soluble semi-sintético como medio de refrigeración. La máquina-herramienta especial cuenta con la característica que no es posible modificar los parámetros de corte y permanecen constantes en la operación.

El inserto original de la máquina-herramienta fue fabricada en acero al alto carbono endurecido, el método de mecanizado por arranque de viruta es el fresado con refrigeración externa por medio de un dispositivo periférico de la máquina-herramienta, se mecaniza a una pieza cilíndrica irregular de aleación de aluminio con un punto de sujeción en el cuerpo en bruto de la pieza, se propuso mejorar el rendimiento en la operación al sustituir la herramienta de corte de acero al alto carbono endurecido por una herramienta de corte manufacturada por una mezcla de carburo de tungsteno sinterizado con aleados para incrementar la vida útil de la herramienta, obteniendo como beneficio el reducir los paros de operación por máquina-herramienta por ajuste y compensación de la herramienta desgastada.

El método de manufactura para el inserto de corte fue por metalurgia de polvos con una mezcla recomendada y desarrollada por la empresa fabricante de herramientas de corte de origen mexicano denominado AT-9306 para aplicaciones de corte por arranque de viruta; una de las características principales de la mezcla de pulvimetalurgia es su eficiencia al mecanizar aceros inoxidable, hierro colado, aleaciones no ferrosas, materiales no metálicos y la mayoría de aleaciones para altas temperaturas en seco.

El desarrollo de la geometría de corte del inserto fue en base al modelo a mecanizar, por lo que se empleo dimensionar una muestra física del modelo, posteriormente se contó con el dibujo técnico del modelo para diferenciar las dimensiones de este modelo y considerar el sobre-material para el mecanizado.

II. MÉTODO DE MANUFACTURA

El método empleado para la fabricación del inserto de corte es la metalurgia de polvos, es una tecnología de procesamiento de metales en la que se producen partes a partir de polvos metálicos. En la secuencia usual de producción, los polvos se comprimen (prensado) para darles la forma deseada y luego se calientan para ocasionar la unión de las partículas en una masa dura y rígida (sinterizado).

Para aplicar la tecnología de metalurgia de polvos en la fabricación de las herramientas de corte, se requiere la preparación de mezclas pulvimetalúrgicas, estas mezclas se denominan grados por presentar diferentes características mecánicas posterior al sinterizado. La diferencia principal en cada grado es la adición de aleados en la mezcla, la principal con base de la mezcla es el Carburo de Tungsteno a diferentes porcentajes.

A. Fabricación de grados de Carburo de Tungsteno

El carburo de tungsteno, se forma de la unión de tungsteno y carbono, el cual se combina con un aglutinante metálico, logrando una alta dureza y tenacidad que no se pueden obtener con otros materiales lo menciona Brookes (1983).

Dentro de sus propiedades podemos encontrar: dureza alta, tenacidad, resistencia a la abrasión y desgaste, además de su versatilidad y utilización a altas temperaturas. La mezcla de pulvimetalurgia, es la mezcla de carburo de tungsteno, cobalto y además de otros componentes adicionales como Tantalio, Titanio y Niobio, esto en relación a las diferentes necesidades de aplicación en los procesos industriales.

El proceso de fabricación se elaboró de una manera controlada, cuidando de forma rigurosa el cumplimiento de las especificaciones establecidas, para obtener un producto que se ajustó a esta necesidad con la fabricación de esta aleación se obtuvo como resultado un polvo seco y homogéneo al cual se la realizaron las siguientes pruebas:

- Análisis químico.
- Análisis Metalográfico.
- Medición de dureza.

- Medición de la saturación magnética.
- Medición del tamaño de partícula.
- Medición de la densidad.

Terminada su revisión dentro de especificaciones, se liberó el polvo y pasó al proceso de manufactura para la fabricación de la herramienta de corte. El proceso de manufactura inicia en el prensado de la mezcla pulvimetalúrgica de acuerdo a los procedimientos internos de la empresa fabricante de herramientas especiales.

B. Manufactura de la herramienta de carburo de tungsteno

El método convencional de compactación de las mezclas de polvos es el prensado, en el cual los punzones opuestos aprietan el polvo contenido en un dado. A la parte prensada se le llama “compacto verde” (no está procesada o húmeda). Como resultado del prensado, la densidad de la parte, llamada “densidad verde”, es mucho más grande que la densidad volumétrica inicial., a cada lote de cualquier grado de carburo, se le añade un lubricante, que normalmente es una parafina como el carbón tetracloroide, que es un solvente volátil.

Cada lote de mezcla terminada, se obtienen en prensa, cinco probetas, las cuales se presinterizan (así se les extrae la parafina), y se envían al laboratorio para efectuar pruebas, en las cuales que se verifica la micro estructura, es decir el tamaño de los cristales de Carburo de Tungsteno; también se obtiene la medición de la densidad, la dureza y la saturación magnética.

En la manufactura de las piezas, una vez que éstas han sido prensadas, pasan directamente a etapa de sinterizado; sin embargo, en este caso, dada la geometría final, se requirió de un preformado en blando; este concepto se refiere que la pieza en verde al salir de la prensa, tiene los elementos metalúrgicos, que proporcionarán las cualidades de (metal duro), solamente está aglutinado por la acción de la parafina, por lo que tiene una densidad maleable sin esfuerzos, lo que puede quebrarse o romperse tan solo con la acción de las manos.

El sinterizado, es la acción de calentar a temperaturas preestablecidas, las piezas previamente prensadas, y en su caso, preformadas. La etapa crítica en el proceso de manufactura de los Carburos Cementados es el sinterizado. Es un proceso complejo, ya que durante el mismo, las piezas se contraen linealmente entre el 18% y el 26%; entre 45% y el 60% en volumen total de la pieza preformada. Dichas temperaturas varían, dependiendo de la mezcla de polvos que se encuentre en proceso de sinterizado, esto es, de los porcentajes de Carburo de Tungsteno y de Cobalto para los Carburos Simples; de los porcentajes de Carburo de Tungsteno, Cobalto y Carburo de Titanio, Carburo de Tántalo, y Carburo de Niobio, para los Carburos Aleados.

Posterior al proceso de sinterizado se obtiene el material endurecido sin embargo continua careciendo de sus características finales, al no contar con las dimensionales y acabados superficiales finales, se continua el proceso de manufactura de la herramienta de corte en la última etapa. El mecanizado es la operación última en el proceso de manufactura para lograr obtener las dimensiones y acabados superficiales finales en cada herramienta.

C. Mecanizados en el carburo de tungsteno sinterizado

El área de acabado es amplia en el proceso de manufactura y con flexibilidad en los procesos de mecanizado, contienen operaciones convencionales como los son el lapeado, el rectificado, el torneado, el fresado, entre las principales. Dada la naturaleza dura del Carburo de Tungsteno en estado sinterizado, se emplean piedras de diamante perfiladas para proporcionar las geometrías requeridas especificadas en el diseño del producto, así como pastas de diamante para la aplicación de pulido en superficies especificadas.

III. RESULTADOS

De cada lote de mezcla terminada, se obtienen en el proceso de prensado, cinco probetas, las cuales se presinterizan, de esa forma se les extrae la parafina, en la tabla I se muestran parámetros y características de la mezcla y posteriormente se enviaron al laboratorio para efectuar pruebas, para verificar la micro estructura, ver Fig. 1, es decir el tamaño de los cristales de carburo de tungsteno; también se obtuvo la medición de la densidad, la dureza y la saturación magnética.

Se requieren de las cinco probetas para reproducir la caracterización en cada una de ellas y definir la liberación o modificación en cada lote, la modificación es el ajuste de porcentajes de cada aleado en la mezcla.

A. Caracterización de la mezcla de carburo de tungsteno

Tabla I. Reporte de liberación de mezcla.

<i>mezclas, mezclas experimentales y mezclas virgenes analizadas</i>										
<i>n° de lote</i>	<i>grado</i>	<i>temp/tiempo</i>	<i>ra</i>	<i>sm</i>	<i>%sm</i>	<i>dens</i>	<i>%lube</i>	<i>aps</i>	<i>peso kgs</i>	<i>resultados obtenidos</i>
mv 317	9306	1500°c / 30'	92.6	7.70	94.36	14.85	2.25	----	102.000	ok, conforme para producción

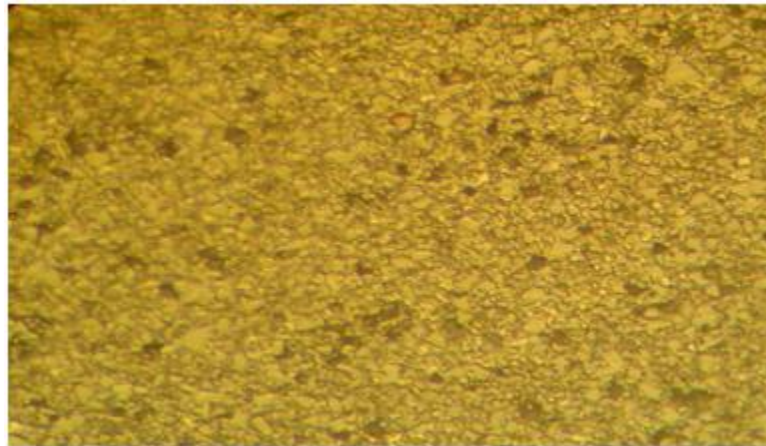


Fig. 1. Micro-estructura de la mezcla compuesta con aleados (AT9306).

El análisis de la aplicación de mecanizado para el desarrollo de la herramienta especial es crucial para considerar el diseño conceptual de la herramienta, en la Fig. 2 se observa que la herramienta es giratoria y montada en un porta-insertos con alojamiento para un solo inserto y con dos puntos de sujeción por tornillos.

B. Visualización de la aplicación de mecanizado

Se considera operación de fresado debido a que la pieza a transformar se encuentra fija y es la herramienta de corte rota para realizar el arranque de viruta, el eje del giro de la herramienta se encuentra horizontal, el porta insertos se encuentra directo al servomotor de la máquina-herramienta lo que transmite de forma directa la potencia para la operación de fresado, incluye un sistema de refrigeración externa con soluble semisintético, recomendado para el mecanizado de aleaciones metálicas.

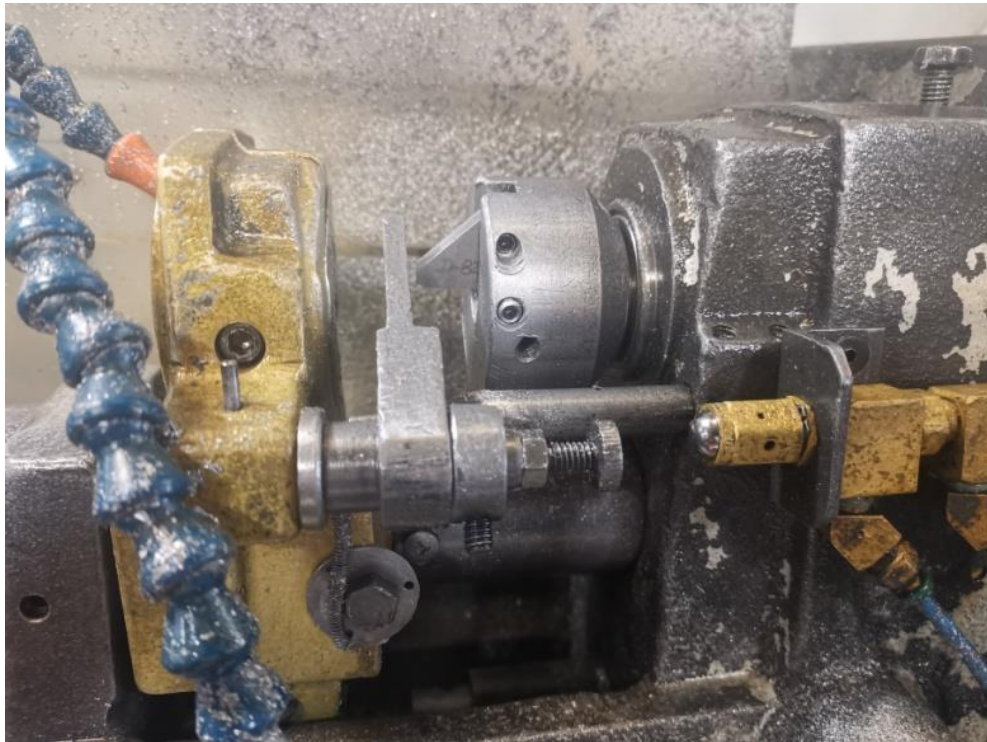


Fig. 2. Máquina-herramienta especial (aplicación de corte).

La geometría de corte para esta herramienta se desarrolló a partir de la dimensión de la pieza final a mecanizar, ver Fig. 3; se aprecia un mecanizado simple con una sola pasada de la herramienta, se puede generar la forma del modelo, la recomendación para generar la geometría de corte de la herramienta fue dejar el filo vivo, esta característica permite arrancar la viruta de forma efectiva para materiales no ferrosos.

C. Diseño conceptual de la herramienta de corte

La herramienta de corte se asemeja a una herramienta estacionaria para torno se considera el mismo principio de diseño mecánico, el inserto debe contener el ángulo de filo, ángulo de ataque y ángulo de incidencia tal como lo mencionan Almonte y González (1978), ver Fig. 4.

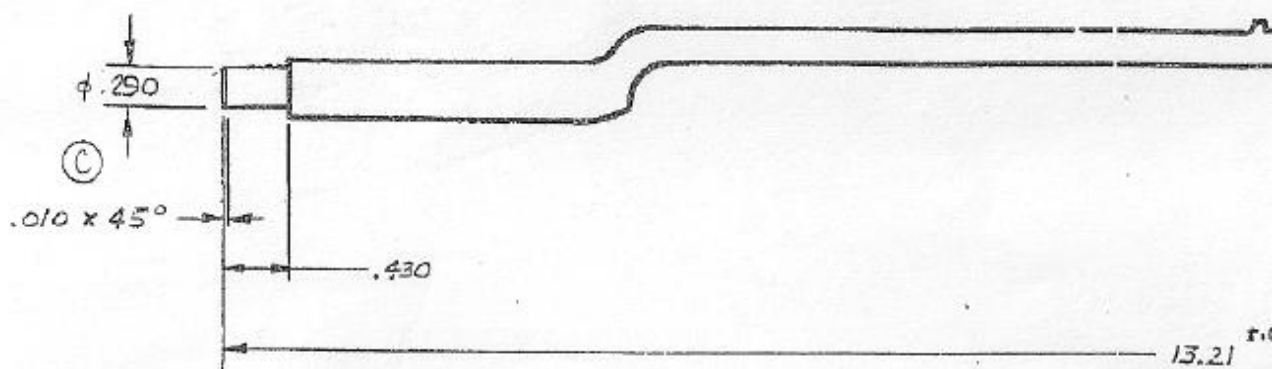


Fig. 3. Modelo a mecanizar (Dimensión final).

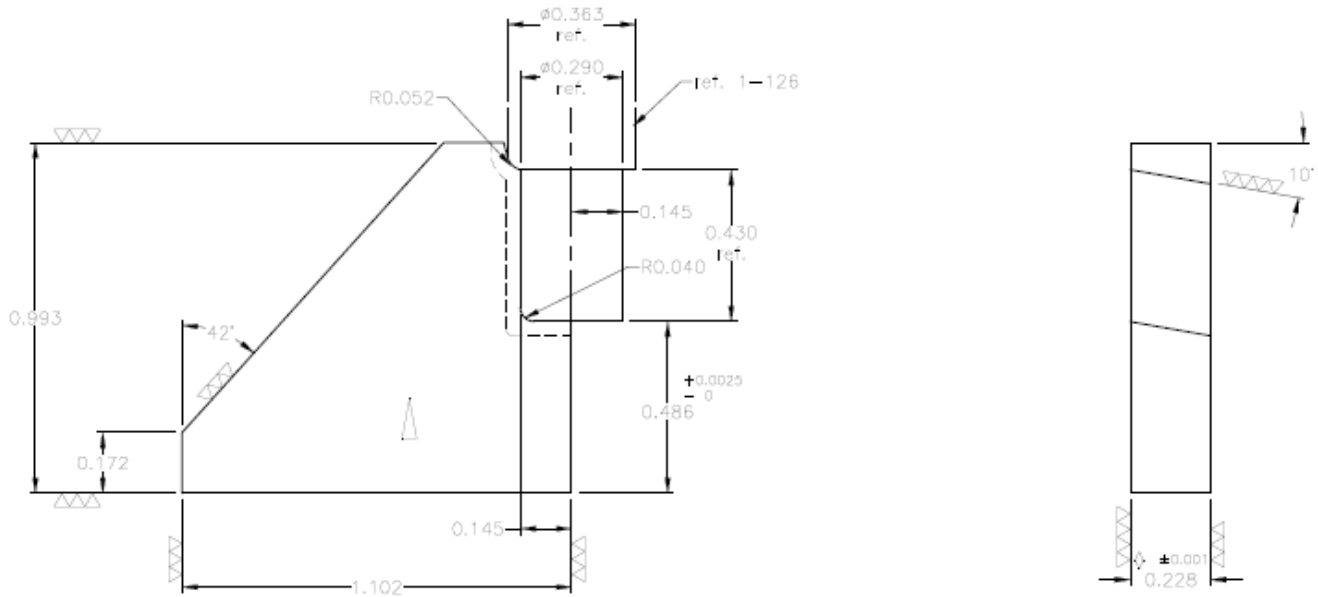


Fig. 4. Diseño a detalle del inserto de corte (1-26).

Como procedimiento, se revisó en conjunto con el usuario final el diseño a detalle del inserto de corte para confirmar el concepto de la herramienta y tolerancias dimensionales para su fabricación; debido a que se considera una herramienta especial se realiza este procedimiento con cada nuevo proyecto y es la última instancia para realizar modificaciones al diseño mecánico.

D. Presentación y entrega de herramienta de corte

Cumpliendo en tiempo, se entregó al usuario la herramienta de corte ver Fig. 5 y adicionalmente se dio un servicio de soporte técnico para monitoreo y cálculo de condiciones de corte tal como la velocidad de corte, velocidad de avance y RPM como se menciona en SECOTOOLS (2005) como valor agregado al servicio.



Fig. 5. Inserto de corte (1-26).

IV. CONCLUSIONES

En base a lo presentado con anterioridad, se concluyó que el empleo de la metalurgia de polvos, para la fabricación de herramientas especiales tiene como ventaja tener el alcance de manufactura para fabricar diferentes tipos de mezclas pulvimetalúrgicas de acuerdo con cada aplicación de mecanizado en materiales en específico, generando una amplia la gama de variantes de mezclas.

Se logro además el objetivo de incrementar el rendimiento de la herramienta de corte al seleccionar el grado AT9306, mezcla recomendada para la fabricación de herramientas de corte para mecanizar materiales no ferrosos como la aleación de aluminio del modelo presentado a mecanizar. El número de piezas fabricadas y entregadas al usuario final consta de dos unidades, lo cual no comprometieron al usuario adquirir un mayor volumen de herramientas de corte, solo el mínimo necesario para satisfacer la demanda de producción de por lo menos un año entero.

RECONOCIMIENTOS

La manufactura de la herramienta de corte se logró trabajando en conjunto con la empresa Alta Tecnología en Herramientas S. A. de C. V. (1993) fabricante de herramientas especiales de y con carburo de tungsteno de origen mexicano. La cuál es la responsable en el proceso de manufactura y especialista en el método de metalurgia de polvos metálicos en México.

BIBLIOGRAFÍA

- C. Almonte y M. González. (1978). Tecnología aplicada en la capacitación de las máquinas y herramientas. México: Héctor Pacheco.
- Kenneth J A Brookes. (1983). Cemented carbides for engineers and tool users. Herts EN4 8DN, UK: International Carbide Data.
- SECOTOOLS. (2005). Manual Técnico SECO - Carboly. USA: Global Metalworking Synergy.